Zur Kenntniss von Hartwegia commosa *Nees.*

Von Dr. Hubert Leitgeb.

(Mit 1 Tafel.)

Schon im Jahre 1828 theilte Göthe in einem Briefe, den er an Nees v. Esenbeck [1]) richtete, diesem mit, dass sich in seinem Besitze eine Pflanze befinde, die ihn wegen ihrer ungemeinen Productivität besonders interessire, und verlangt von Nees nähere Angaben über diese Pflanze. — Göthe erzählt, dass diese Pflanze „aus der Mitte des Blätterbüschels, der die Lilienart kennzeichne, einen fadenartig herabhängenden Blüthenstengel treibe, an welchem die sechsblättrigen Blümchen erst seltener, dann gedrängter hervorkommen, bis sie sich endlich quirlartig entwickeln und ganz abschliesslich einen Blätterbüschel treiben. An diesem haben die Blattenden etwas fettes, zwiebelartiges und, indessen die Blätter selbst wieder aufwärts streben, zeigen sich unten kleine Wärzchen, die an Licht und Luft zu vertrocknen scheinen, unter günstigen Umständen, einer feuchten Umgebung, jedoch sich zu Luftwurzeln entwickeln, in der Stärke eines schwachen Federkieles, über einen Zoll lang, worauf denn die schwebende Pflanze abermals einen fadenartigen Stengel treibt; und so immer weiter fort. Es kommen also gewissermassen Luftstolonen zur Erscheinung, deren verbindende Fäden jedoch blühen, und wo sie zu Hause sind, gewiss Frucht tragen. Bringt man einen solchen Blätterbüschel mit seinen Luftwurzeln in die Erde, so zeigt sich ein sonderbares Ereigniss; diese Luftwurzeln streben wieder aus dem Boden nach Luft und Licht, schwellen auch wohl stärker an, begeben sich aber mit ihren Enden wieder in die Erde, verdünnen sich und werden zu den allerfeinsten sich verzweigenden Fäden u. s. w.“ So weit Göthe.

Weitere Kenntniss über diese Pflanze haben wir von Professor Schultes [2]), der seine Angaben einer ungedruckten Abhandlung

---

[1]) Acta N. Cur. Vol. XV, 2 (1831), pag. 365—374.

[2]) Syst. Veg. VII, 2 pag. 1693 n. 27 a.

Sternberg's entlehnte, und sie nur in systematischer Beziehung betrachtet und unter dem Namen *Anthericum Sternbergianum* aufführt.

Nees v. Esenbeck fügt diesen Angaben ebenfalls nur systematische Notizen bei und bildet aus mehreren ihm genug wichtig scheinenden Merkmalen einen neuen Gattungscharakter, und nennt die Pflanze *Hartwegia commosa*.

So viel mir bekannt, liegen über diese Pflanze weiters weder morphologische, noch anatomische Untersuchungen vor, welche die oben erwähnten, unvollkommenen Beobachtungen Göthe's näher erläutert hätten.

Obwohl meine Untersuchungen hauptsächlich nur die Kenntniss des Baues und der Function der Luftwurzeln zum Zwecke hatten, war es mir doch auch interessant, die morphologischen Verhältnisse dieser Pflanze etwas näher zu erforschen, überhaupt die ganze Lebensgeschichte derselben, namentlich aber die gegenseitigen Beziehungen der beiden von Göthe geschilderten Fortpflanzungsweisen kennen zu lernen.

Was erstens die systematische Stellung dieser Pflanze anbelangt, so wurde sie von Sternberg und später von Schultes der Gattung *Anthericum* beigezählt. Übrigens schliesst sich die Pflanze, wie Nees v. Esenbeck zeigte, durch viele morphologische Merkmale, wie die an dem Grunde befestigten Staubbeutel, die kleine Narbe und die scharf dreieckige Kapsel mit hervorspringenden häutigen Rändern der Kanten viel näher der Gattung *Chlorophytum* an. Allerdings unterscheidet sich dieselbe durch ein anderes Merkmal auch von dieser Gattung, indem die Staubbeutel nach der Stäubung sich nach rückwärts einrollen; und dies vorzüglich bewog Nees v. Esenbeck, die Pflanze von *Chlorophytum* zu trennen und unter dem Namen *Hartwegia* als Repräsentanten einer eigenen Gattung aufzustellen. — Da sie aber in allen übrigen Merkmalen mit *Chlorophytum* übereinstimmt, sich auch im Habitus besonders im Jugendzustande von den Arten dieser Gattung nicht unterscheidet und erst in späteren Lebensstadien durch die merkwürdige Prolification ein ganz eigenthümliches Aussehen erhält, dürfte sich die Gattung *Hartwegia* kaum selbstständig erhalten lassen, sondern viel passender, wie es auch Endlicher [1]) gethan, in die Gattung *Chlorophytum* einbezogen werden.

[1]) Genera plantarum.

Eine mehrere Jahre alte Pflanze zeigt folgendes Aussehen (Fig. 1):

Aus einem grundständigen Blätterbüschel entspringen mehrere fast gleich starke herabhängende Stengel, die an ihrem unteren Theile mit ziemlich langen Deckblättern besetzt sind, und gegen die Spitze zu sich verzweigen. Der Hauptspross wie sämmtliche Seitenzweige tragen an ihrem Ende Blätterbüschel, die auch hie und da an tieferen Stellen aus den Achseln der grossen lanzettförmigen Deckblätter entspringen und an ihrem Grunde nicht selten von federkieldicken Luftwurzeln durchbrochen werden, die, falls die Pflanze im Zimmer gezogen wurde, von grünem Aussehen sind, scheinbar keine Wurzelhaare tragen, und nie über einen Zoll lang werden; an in Wärmhäusern gezogenen Exemplaren aber mit einem dicken aus Wurzelhaaren gebildeten Filzüberzug bekleidet sind, und oft eine Länge von einen halben Fuss und darüber erreichen. — Ausser diesen die Blätterbüschel tragenden Stengeln ragt aus dem grundständigen Blätterbüschel noch ein unverzweigter Stengel hervor, der an seiner oberen Hälfte Blüthen trägt, die anfangs einzeln und entfernt, gegen die Spitze zu aber dichter gedrängt und büschelförmig gestellt erscheinen. An der Spitze dieses Stengels bemerkt man ebenfalls ein Blätterbüschel, das jedoch, so lange das wie natürlich an den untersten Stellen des Stengels beginnende Aufblühen noch nicht bis über die Mitte des Stengels vorgeschritten ist, sich noch sehr unentwickelt zeigt, und erst dann rascher ausbildet, wenn die Blüthenperiode an diesem Spross beendet ist. Hie und da tragen auch die die Blätterbüschel tragenden Stengel solche Blüthen tragende Sprossen. — So erscheint uns eine ältere Pflanze, und es fragt sich nun, in welcher Weise sie zu dieser Ausbildung gelangt:

Wenn man einen ziemlich entwickelten Blätterbüschel, an dem sich ein oder mehrere Ansätze zu Luftwurzeln gebildet haben, von der Mutterpflanze trennt, und in die Erde setzt, so wächst meist schon im ersten Jahre aus dessen Mitte ein fadenartiger Stengel hervor, der anfangs aufrecht ist, bei zunehmender Länge aber überhängend wird. Es entsteht dadurch, dass der Vegetationskegel des Blätterbüschels, der sich uns als ein Zweig mit unentwickelten Internodien ähnlich den Blätterbüscheln der Lärche darstellt, aus sich lauter entwickelte Internodien herausbildet, und so in eine ver-

längerte Axe übergeht. Diese erreicht, wie schon oben angegeben wurde, hie und da eine Länge von 3 Fuss und schliesst dann wieder mit unentwickelten Internodien ab, so dass also an ihrer Spitze sich wieder die Anlage zu einem Blätterbüschel bildet. (Offene Knospen.)

In den Achseln der an der verlängerten Axe regelmässig auftretenden Deckblätter bilden sich Zweigknospen, die in der Achsel ihres untersten Blattes schon sehr früh ebenfalls wieder eine weitere Knospenanlage erkennen lassen. Während nun die an der unteren Hälfte der verlängerten Axe befindlichen Zweigknospen sammt ihrer Axillarknospe unentwickelt bleiben, oder erst später oft erst nach Jahren zur Entwickelung gelangen [1]), sehen wir in der oberen Hälfte des Stengels ein sehr reges Wachsthum thätig. Es äussert sich in der Weise, dass die Zweigknospe von ihrer Axillarknospe in der Ausbildung überholt wird, welche letztere sich zu einer einzigen Blüthe, oder einem traubenartigen Blüthenstande ausbildet. Während in dem unteren Theile des Stengels aus jeder Zweigknospe sich nur eine solche Axillarknospe entwickelt, gelangen in den oberen Theilen bis zu vier solcher axillarer Blüthenknospen zur Entwickelung, durch welchen Umstand, verbunden mit der gedrängteren Stellung der Blätter, die Blüthen von Göthe als quirlartig gestellt bezeichnet wurden.

Wenn man mehrere Durchschnitte von Knospen, die aus verschiedenen Theilen des Stengels genommen sind, mit einander vergleicht (Fig. 2, 3 und 4), so sieht man, dass am unteren Ende desselben die Zweigknospe überwiegend entwickelt ist, und ihre Axillarknospe ganz unterdrückt erscheint, in den mittleren Theilen desselben, die erstere schon eine ziemliche Ausbildung erreicht hat, bevor sie von ihrer Axillarknospe in der Entwickelung überholt wird; während der Spitze des Stengels zu die Zweigknospe schon in ihrem ersten Stadium der Entwickelung ganz zurückgedrängt erscheint. So gelangen denn die Blüthen früher als die sie tragenden secundären Axen von unten nach oben zur Entwickelung. Gegen Ende der Blüthenperiode entwickelt sich nun der terminale Büschel rascher, während er zugleich der nach abwärts geneigten Rich-

---

1) Man bringt sie auch durch Abschneiden des darüber befindlichen Stengeltheiles leicht zur Entwickelung.

tung der Axe entgegen, durch eine am Grunde eintretende Krümmung nach aufwärts strebt. In der zweiten Vegetationsperiode, die an in Wärmhäusern gezogenen Exemplaren, natürlich von der ersten durch keinen Zwischenraum getrennt ist, beginnt auch an der ganzen verlängerten Axe ein neues Leben. Indem nämlich die Blüthen bald nach der Stäubung der Antheren verwelken, und meist sammt eines Theiles des Blüthenstieles an der Gliederungsstelle desselben sich von seinem unteren Theile trennen und abfallen, gelangen nun auch die bisher unterdrückt gewesenen Zweigknospen zur freieren Entwicklung und treten als Blätterbüschel von unten gegen oben fortschreitend aus den Achseln der sie früher ganz bedeckt habenden Deckblätter hervor. Immer bemerkt man anfangs an ihnen noch die Reste der Blüthenstiele (oder vertrockneten Traubenspindeln), die an den übereinanderstehenden Knospen abwechselnd einmal rechts, einmal links auftreten.

Hie und da entwickelt sich die eine oder die andere Zweigknospe in der Weise, dass sie ihre Internodien streckt und so zu einem entwickelten Zweige wird, der sich dann selbst wieder wie die Hauptaxe verhält und blüthentragend wird (Fig. 5). Wenn jedoch durch besonders günstige Umstände (ich beobachtete es nur ein paar Male) die Blüthen nicht abfallen, sondern sich weiter zur Fruchtkapsel [1]) entwickeln, so bleibt auch in diesem Falle die Zweigknospe in ihrer Entwickelung so lange unterdrückt, bis die Frucht sich von der Axe getrennt hat. Eine Entwickelung der Zweigknospe kann auch in dem Falle nicht eintreten, wenn ihre Axillarknospe statt zur Blüthenknospe sich selbst zu einem Zweige ausbildet.

In der folgenden Vegetationsperiode entwickeln sich nun diese Blätterbüschel in der Weise weiter, dass sie ihre Blätteranzahl vergrössern, während zu gleicher Zeit an der Basis der Blätter zahlreiche Luftwurzeln hervorbrechen. — Nur in seltenen Fällen entwickeln sich aus dem Vegetationskegel dieser Büschel, so lange sie mit der Mutterpflanze in Verbindung sind, wieder verlängerte Internodien; dies geschieht, wie schon oben gezeigt wurde, in der Regel erst dann, wenn der Büschel seine Wurzeln in den Boden senden

---

[1]) Leider gelang es mir nie, reife Samen zu erhalten, um die Keimung der Pflanze studiren zu können.

und so selbstständig werden kann. — Die Zweige mit entwickelten Internodien verfolgen unterdessen denselben Lebenscyklus, wie er für die primäre Axe angegeben wurde, und kommen zur Bildung von Blüthen und Blätterbüscheln, — das ursprüngliche Blätterbüschel bildet aus seinen Axillarknospen entweder wieder einen Stengel oder Blätterbüschel, und so entsteht nach mehreren Jahren ein Pflanzenstaat, dessen Individuen unter sich organisch verbunden bleiben.

Die Blüthenstiele.

Es ist schon oben erwähnt worden, dass die Blüthen nach der Stäubung der Antheren sammt einem Theile des Blüthenstieles in der Regel abfallen. — Die Trennung erfolgt an der Gliederungsstelle [1]) des Blüthenstieles (Fig. 8) und wird durch einen ganz merkwürdigen Vorgang bewerkstelligt, der dem Abfallen der Blätter, wie es Mohl [2]) zeigte, nicht unähnlich ist.

Wenn man durch ganz junge Blüthenknospen, an denen die Blüthenstiele noch kaum wahrzunehmen sind, Längsschnitte macht, so sehen wir noch keine Spur dieser später schon von aussen so auffallenden Gliederung. — Sowohl die Zellen der Epidermis als auch der unter derselben gelegenen Schichten sind ganz gleichmässig ausgebildet, und weder dem Inhalte noch der Grösse nach von einander unterschieden. Alle zeigen sich mit Inhalt dicht erfüllt, und in jeder derselben bemerkt man einen deutlichen Zellkern. — An etwas entwickelteren Knospen zeigt sich schon ein anderes Verhältniss. Während nämlich die meisten Zellen sich durch Streckung in der Richtung des Blüthenstieles vergrössert haben, bleiben meist drei in der unteren Hälfte gelegene Zelllagen in ihrer Entwickelung zurück, und erscheinen also verkürzt, wodurch sich diese Zellpartie scharf von den oben und unten gelegenen Zelllagen abhebt (Fig. 11). Dies geschieht aber nicht etwa in Folge des Absterbens dieser Zellen, denn alle auch die kleingebliebenen zeigen sich noch mit Inhalt erfüllt, und haben einen auffallend grossen Zellkern. Dieser

---

[1]) Es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, dass wir es hier mit unterdrückten cymösen Blüthenständen zu thun haben, denn man findet hie und da Blüthenstiele, welche an der Gliederungsstelle ein zartes Deckblättchen tragen, in dessen Achsel sich wieder eine Blüthenknospe befindet.

[2]) Bot. Zeitg. 1860, pag. 1, 9, 132.

Unterschied tritt zuerst in den unter der Rindenschichte gelegenen Zelllagen auf, lässt sich aber bald auch in der Rindenschichte und in der Epidermis wahrnehmen. In letzterer bleiben nun ebenfalls drei Zelllagen in ihrer Grössenzunahme zurück, während die weiter oben und unten gelegenen Zellen sich in radiärer Richtung bedeutend strecken, was zur Folge hat, dass an dieser Stelle eine Art ringförmige Einschnürung entsteht (Fig. 12). Öfters geschieht dies jedoch nicht im ganzen Umkreise des Blüthenstieles, sondern an der einen Hälfte desselben entwickeln sich die betreffenden Epidermiszellen ebenfalls in radiärer Richtung, während sie in der anderen Hälfte unentwickelt bleiben, wodurch eine Krümmung des Blüthenstieles erzeugt wird (Fig. 13).

So zeigen sich die Verhältnisse vor der Entfaltung der Blüthen. — Ist diese eingetreten, so beginnt in dieser rundzelligen Schichte eine rasche Zellbildung durch Entstehen von Längsscheidewänden (Fig. 11 *a*), wodurch die Dicke dieser Schicht nicht vergrössert wird, das aber zur Folge hat, dass der Blüthenstiel an dieser Stelle wulstig aufgetrieben erscheint. — Ist nun die Blume verblüht, so trennen sich die Zellen dieser Schicht ohne zu zerreissen aus ihrer Verbindung, und zwar in der Weise, dass eine Zelllage mit dem an der Blüthe haftenden Theil des Blüthenstieles in Verbindung bleibt, während zwei Zelllagen mit dem untern Theile des Blüthenstieles verbunden bleiben. Diese Trennung tritt zuerst nur stellenweise ein, so zwar, dass sich zuerst die innerhalb der Rindenschichte gelegenen Zellen aus ihrem Verbande lösen, die Zellen der Rindenschichte hingegen zuletzt sich trennen, während die betreffenden Zellen der Epidermis, die, wie wir oben sahen, durch rascheres Wachsthum der oben und unten gelegenen Zellen eingedrückt wurden, schon früher abstarben, wodurch natürlich ihre Verbindung aufgehoben wurde. Diese Trennung geht jedoch nicht immer in einer vollkommen ebenen Fläche vor sich, sondern richtet sich ganz nach der Lage der rundzelligen Schichte, die öfters denn auch in Folge des ungleichen Wachsthumsprocesses in den verschiedenen Schichten des Blüthenstieles von der Zeit seiner Anlage an, entweder schief gestellt oder gekrümmt erscheint.

Wenn man unmittelbar nach der Loslösung des betreffenden Theiles die an der Trennungsstelle gelegenen Zellen untersucht, so zeigen diese nach aussen vollkommen abgerundete Wände, doch

nicht dies allein zeigt für ihre Lebensfähigkeit, da sie auch noch immer einen deutlichen Zellkern besitzen und mit Inhalt gefüllt erscheinen. Es mag nicht unerwähnt bleiben, dass man noch vor der Trennung gerade in dieser rundzelligen Schichte eine bedeutende Anhäufung von Zellinhalt bemerkt.

Wir haben in der Ablösung der Blüthen also einen ganz merkwürdigen Fall vor uns, der wohl sehr an das Ablösen anderer Organe, wie es Hugo v. Mohl schilderte, erinnert, aber damit nicht zu verwechseln ist (obwohl auch Mohl [1]) bei *Sedum maximum* einen ähnlichen Fall anführt). Hier nämlich ist die Schichte, in der später die Trennung erfolgen soll, schon sehr früh, noch vor der Ausbildung des betreffenden Organes angelegt und entspricht in ihrer Entwickelung ganz der rundzelligen Schichte, deren Entstehung Mohl [2]) ausführlich beschrieb. — Wir beobachten hier keine Bildung einer eigenen Trennungsschichte, sondern die Trennung erfolgt in dieser rundzelligen Schichte, in der jedoch allerdings, jedoch geraume Zeit vor der Trennung eine Veränderung vor sich geht. Diese besteht darin, dass die Zellen dieser aus drei Zelllagen bestehenden Schichte sich durch Längsscheidewände theilen, wodurch, wie schon oben angedeutet wurde, der Blüthenstiel von aussen wulstig aufgetrieben erscheint.

Ich habe oben bemerkt, dass die an der Trennungsfläche gelegenen Zellen abgerundet erscheinen, ich habe hier noch zu erwähnen, dass diese Abrundung der Zellen auch an unter Öl beobachteten Präparaten wahrzunehmen ist. Mohl und Inmann erklären das Auseinanderweichen der Zellen als einen vitalen Act, nicht etwa als eine Todtenerscheinung des betreffenden Gewebes, und ohne dass ersterer es ausspricht, muss man annehmen, dass das Auseinanderweichen der Zellen durch das Aufgelöstwerden der Intercellularsubstanz und durch die Eigenschwere des sich loslösenden Pflanzentheiles bewirkt werde.

Oftmalige Beobachtungen lassen mich keinen Augenblick zweifeln, dass bei dieser Ablösung eine von der Zelle selbst ausgehende Kraft thätig sei. Wenn man zarte Schnitte von noch nicht losgelösten Pflanzentheilen, bei denen aber die Trennung jedenfalls

---

[1]) L. c. pag. 14.
[2]) L. c. pag. 11.

in kurzer Zeit hätte eintreten müssen, unter das Präparirmikroskop legt, so kann man nicht selten beobachten, dass an mehreren Stellen in dem Momente, als man mit der Präparirnadel das Präparat erschüttert, diese Ablösung nicht allmählich sondern in einem Ruck geschieht, so dass die betreffenden Partien förmlich auseinander geschnellt werden. — Allerdings mag hier die reichlichere, durch Endosmose bewirkte Wasseraufnahme das ihrige dazu beigetragen haben, aber soll denn dieselbe Kraft nicht auch in der Pflanze wirksam sein? Dass aber zur Zeit der Ablösung die betreffenden Zellen mit Saft gefüllt erscheinen, dass überhaupt um diese Zeit in der rundzelligen Schichte eine starke Anhäufung von Zellinhalt wahrzunehmen ist, habe ich schon oben erwähnt.

Gewiss muss früher die Intercellularsubstanz aufgelöst werden, aber das Abfallen der Blüthen ist zu rasch, als dass man es aus dieser einen Ursache verbunden mit der Eigenschwere des Pflanzentheiles erklären könnte. Man müsste sonst wenigstens hie und da halb losgelöste Blüthen, an dem unteren Theile des Blüthenstieles herabhängend, beobachten können, was jedoch, so weit meine Beobachtungen reichen, nie der Fall ist. — Ich habe oben erwähnt, dass die Lostrennung zuerst in dem inneren Theile stattfindet. Hier nun drücken die mit Saft erfüllten Zellen der Trennungsgeschichte, da sie sich abzurunden, also auszudehnen streben, vermöge der Elasticität der Zellmembran die betreffenden Theile des Blüthenstieles von einander; diese hängen jedoch noch in der Rindenschichte zusammen, und erst wenn auch hier die Lostrennung weiter vorgeschritten ist, wird der betreffende Pflanzentheil abgestossen.

Ich greife jedenfalls meinen Beobachtungen vor, wenn ich vermuthe, dass dies wohl auch bei den Blättern der Fall sei — und in der That, wenn man den Blätterfall beobachtet, und sieht, wie plötzlich die Trennung eintritt, kann man nicht umhin, auch hier eine Art abstossende Kraft zu vermuthen.

Die älteren Theile des Gefässbündels und die Gefässe nehmen an diesem ganzen Processe keinen Antheil, sondern zerreissen, wenn die Lostrennung der übrigen vollendet ist.

Ist auf diese Weise die Trennung erfolgt, so schliesst sich die Wunde durch Vertrocknung der Zellen, welcher Process sich jedoch nicht blos auf die rundzellige Schichte erstreckt, sondern eine oft auch mehrere Lagen der langgestreckten Zellen mit ergreift.

Die Luftwurzeln.

Ich habe schon oben erwähnt, dass an der Basis der Blätterbüschel, bald nach ihrer Entwicklung Luftwurzeln hervorbrechen. Sie entstehen wie alle Nebenwurzeln am Verdickungsringe der verkürzten Axe und treten in horizontaler Richtung nach aussen. Durch den Druck, den sie in Folge ihres Wachsthumes auf die Basis des Blattes ausüben, wird dieses an der Berührungsstelle in Form eines Wärzchens aufgetrieben und an dieser Stelle endlich der Länge nach zerrissen. Dabei nimmt hier die sich verlängernde Wurzel nicht selten Stücke des Blattes mit sich, die man dann nicht allein an der Wurzelhaube, sondern auch noch tiefer, dem Grunde der Wurzel zu als braune Schuppen an der Epidermis haften findet.

Im Allgemeinen weicht der Bau dieser Luftwurzeln nicht von dem anderer Nebenwurzeln ab. Im Verdickungsringe unterscheidet man einen Kreis von (8—13) Gefässbündeln, die ein mit vielen Intercellulargängen durchzogenes Mark einschliessen. Der Rindentheil besteht aus einem dünnwandigen und sehr lockeren Parenchym, das von vielen der Länge nach verlaufenden Intercellulargängen durchzogen ist, und dessen Zellen mit Chlorophyll erfüllt sind, das meist um den wandständigen Zellkern gelagert ist. In der Mitte des Rindentheiles beobachtet man am Querschnitte einen Kreis sich besonders durch ihre Grösse auszeichnender Zellen, welche Krystalle (Raphiden) führen, die allerdings auch in anderen Zellen, wiewohl seltener vorkommen. Da sie zugleich auch in Längsreihen gelagert sind (Fig. 16), so bilden sie gewissermassen eine Art Mantel, durch den die Rinde in einen äusseren und inneren Theil getrennt wird. Auffallend gross und oft ganz mit Krystalldrusen erfüllt, treten sie besonders an in Wasser gewachsenen Luftwurzeln auf.

Die Epidermis besteht aus dünnwandigen, tafelförmigen Zellen, und ist je nach dem Medium, in welchem die Wurzel sich entwickelte, verschieden ausgebildet. So lange die Wurzel noch klein und nicht über eine Linie lang ist, sind die Epidermiszellen nur zu kleinen Papillen verlängert, die sich, falls die Pflanze in trockener Luft gehalten wird, auch nie zu wahren Wurzelhaaren entwickeln, wie in solchen Fällen auch die Luftwurzeln nie eine bedeutende Länge (nie über $1\frac{1}{2}$—2 Zoll) erreichen. In feuchter Luft jedoch, wo die Luftwurzeln oft bis 8 Zoll und darüber lang werden, wachsen diese

Papillen zu sehr langen Wurzelhaaren aus, wodurch dann die Wurzeln wie mit einem weissen Filze überzogen erscheinen.

Nicht selten beobachtet man Luftwurzeln, die in der Art ausgebildet erscheinen, dass sie ihrer Länge nach an gewissen Stellen ringförmig eingeschnürt erscheinen. Bei näherer Untersuchung findet man, dass an solchen Stellen keine oder nur sehr kurze Wurzelhaare sich entwickelt haben, was darin seinen Grund hat, dass zur Zeit, als sich diese Stellen gebildet hatten, die umgebende Luft trockener als gewöhnlich war.

Wenn Wurzeln in Wasser gezogen werden, so bilden sich an der Epidermis weder Papillen noch Wurzelhaare; die Epidermiszellen bleiben auch kleiner und schliessen enge an einander (Fig. 21). Dies ist auch bei älteren in der Erde befindlichen Wurzeln der Fall, während hingegen ihre ungemein feinen Verzweigungen dicht mit Haaren bedeckt sind.

Einen ganz merkwürdigen Bau zeigt die unmittelbar unter der Epidermis gelegene Zellschichte. Sie wird für uns nicht blos wegen der eigenthümlichen Ausbildung der sie zusammensetzenden Zellen von hohem Interesse, sondern erhält eine um so grössere Bedeutung, je constanter wir sie an so vielen der verschiedenartigsten Pflanzenfamilien angehörigen Pflanzen, die Luftwurzeln bilden, auftreten sehen.

Wir finden sie zum Beispiele an den Luftwurzeln aller Orchideen [1]), als die unter der Wurzelhülle oder wie hier unmittelbar unter der Epidermis liegende Schichte, wir beobachten sie an den Luftwurzeln der meisten Aroideen u. s. w. Überall zeigt sie dieselbe Ausbildung, dieselbe regelmässige Anordnung ihrer Zellen; und eben diese Stabilität ihres Auftretens an fast allen solchen Wurzeln, welche entweder ganz oder wenigstens theilweise zur Nahrungsaufnahme aus der Luft dienen und die überall nahezu gleiche Ausbildung ihrer Zellen, lässt ihre hohe Wichtigkeit für die Function der Luftwurzel schon im Vorhinein ahnen.

Schon ein Querschnitt durch eine Luftwurzel, möge diese sich nun in was immer für einem Medium ausgebildet haben, zeigt diese

---

[1]) Die allgemeine Verbreitung dieser Zellschichte bei Orchideen zeigte Oudenans in seiner Abhandlung über die Oberhaut der Orchideen (Über den Sitz der Oberhaut bei den Luftwurzeln der Orchideen. Abhandl. d. mathem.-phys. Cl. d. königl. Akad. d. Wissensch. zu Amsterdam, 1861) und nannte sie *Endodermis*.

Schichte in ganz auffallender Weise, indem die Zellen nicht allein durch ihre grössere Weite und die äusserst regelmässigere Anordnung, die sich in der vollkommen radiären Lage der Seitenwände kund gibt, von den Epidermiszellen, wie von den darunter liegenden Rindenzellen verschieden sind, sondern sich zugleich durch die Art ihres Inhaltes von beiden sie begrenzenden Zellschichten wesentlich unterscheiden. Während nämlich die darunter liegenden Rindenzellen Stärkemehl führen, dessen Körner an in Wasser oder Luft gezogenen Wurzeln in den der Epidermis näher liegenden Schichten mit Chlorophyll überzogen sind, die Epidermiszellen aber scheinbar inhaltslos erscheinen, und an älteren Wurzeltheilen nie einen Zellkern wahrnehmen lassen, sehen wir viele Zellen dieser Schichte mit einem auffallend grossen Zellkern versehen, der nicht selten in einer die Zellen ganz ausfüllenden granulösen sich durch Jod gelbbraun färbenden Masse gelegen ist. Diese Zellen, die den granulösen Inhalt führen, lassen sich bei genauer Betrachtung von den anderen Zellen dieser Schichte auch dadurch unterscheiden, dass ihre äusseren Wände dünnwandiger sind, convex aufgetrieben erscheinen und über die umliegenden Zellen in die Epidermis hineinragen. Auch sind diese Zellen dadurch ausgezeichnet, dass ihnen nie ein Zellkern mangelt, der immer an der äusseren Wand der Zelle befindlich ist.

Die Verschiedenheit dieser Zellen tritt aber viel auffallender an einem Längsschnitte zu Tage. Der Radialschnitt (Fig. 14) zeigt uns, dass diese Zellschichte aus zwei Arten von Zellen besteht; aus kürzeren kegelförmigen, die sich am Querschnitte schon durch ihre convexe äussere Wandung und durch ihren granulösen Inhalt ersichtlich gemacht haben, und aus lang gestreckten, die nur seltener einen Zellkern wahrnehmen lassen, denen auch der granulöse Inhalt fehlt, die aber dafür an ihren Wänden eine ungemein feine und ziemlich regelmässige Streifung erkennen lassen. Diese Streifen, obwohl sie nicht selten wie feine spiralförmige Verdickungsschichten aussehen, lassen aber schon im vorhinein eine andere Entstehung vermuthen, da sie meist nur in der Mitte der Zellhaut auftreten, gegen die Seiten hin aber allmählich schwächer werden, und diese sehr selten erreichen. Ein Tangentialschnitt (Fig. 15) zeigt uns den Grund dieser Streifungen in vollkommen klarer Weise. Er liegt in einer äusserst zarten Faltung der Zellmembran, wiewohl man hie

und da an einer solchen Faltungsstelle eine wenn auch ganz schwache Verdickung der Zellwand bemerken kann. Dieser Schnitt zeigt denn auch die kleinen Zellen besonders schön, und man erkennt bei veränderter Einstellung ihre viel kleineren Basisflächen, wodurch sie sich, wie es auch schon der Längsschnitt lehrt, als kegelförmige (eigentlich kegelstutzförmige) Zellen kundgeben.

Die Zellen mit gefalteter Zellmembran lassen sich auch wegen ihrer Grösse nach dem Schulz'schen Macerationsverfahren sehr leicht frei präpariren, und dann sieht man sehr deutlich, dass jeder Streifen genau einer Faltung entspricht (Fig. 17).

Diese Zellschichte mit der eigenthümlichen Ausbildung ihrer Zellen zeigt sich mehr oder weniger deutlich an jeder Luftwurzel, besonders schön aber an solchen, die sich in Warmhäusern entwickelt haben, deren Epidermiszellen also zu sehr langen Wurzelhaaren ausgewachsen sind.

Was die Entwickelungsgeschichte dieser Zellschichte anbelangt, so entspringt sie wie die darüber liegende Epidermis dicht im Vegetationskegel der Wurzel (Fig. 18). Der Unterschied der beiden Zellarten dieser Schichte tritt jedoch erst da auf, wo die Epidermis allmählich unter der Wurzelhaube hervorzutreten beginnt.

Eine merkwürdige Beziehung zeigen die kegelförmigen Zellen zur beginnenden Korkbildung, die man an den älteren Luftwurzeln sehr leicht beobachten kann. Wenn man nämlich ältere Luftwurzeln von sehr entwickelten Blätterbüscheln, seien diese nun mit der Mutterpflanze in Verbindung oder frei in feuchter Atmosphäre aufgehangen, untersucht, so kann man auf Quer- und Längsschnitten nicht selten die ersten Stadien der Korkbildung beobachten. Man sieht dann, dass die Korkbildung immer unmittelbar unter den kegelförmigen Zellen beginnt, und ohne sich seitlich weiter auszubreiten, nur in den Raum dieser Zellen hinein fortschreitet (Fig. 19, 20). Es zerreisst nämlich die Epidermis immer zunächst oberhalb dieser kegelförmigen Zellen, deren obere Wandung dadurch blossgelegt und öfters ebenfalls zerrissen wird, welchen beiden Fällen sogleich die Korkbildung ihren Anfang nimmt. Sie beginnt immer durch Bildung von Längsscheidewänden (Fig. 20), und setzt sich in der Weise weiter fort, dass sich die nach innen gelegene Tochterzelle, und zwar wieder durch Längsscheidewände weiter theilt, welcher Vorgang sich unter die

von Sanio [1]) als Korkbildung mit centripetaler Zellfolge bezeichnete Entwickelungsart subsumiren lässt. An dieser localen Korkbildung kann entweder nur eine einzige Zelle oder auch zwei oder drei Zellen theilnehmen, je nachdem nämlich an die untere Wandung der kegelförmigen Zelle nur eine einzige oder zwei oder drei Zellen angrenzen (Fig. 19). Immer aber erfolgt die Bildung der tangentialen Scheidewände von aussen nach innen, so zwar, dass immer die innere Zelle sich als Mutterzelle weiter theilt, wie es sich durch Vergleichung vieler Schnitte und durch Betrachtung der gegenseitigen Mächtigkeit der Zellwandungen unter starken Vergrösserungen ganz unzweifelhaft herausstellt.

Durch diese Korkbildung wird der Raum der kegelförmigen Zelle wie mit einem Pfropfen von innen aus verschlossen, und so die unmittelbare Einwirkung der Atmosphärilien auf die innen gelegenen Zellschichten vollkommen abgehalten.

Function der Luftwurzeln.

Wenn man einen Blätterbüschel, an dem sich erst Ansätze zu Luftwurzeln entwickelt haben, oder dessen Luftwurzeln in Folge der Trockenheit der umgebenden Luft nicht, oder nur hie und da mit Wurzelhaaren besetzt sind, von der Mutterpflanze trennt, und in trockener und feuchter Luft frei aufhängt, so geht er sehr bald zu Grunde, indem zuerst die Blätter und nach einiger Zeit auch die Luftwurzeln welk werden und nach Umständen verdorren oder verfaulen. Anders gestaltet sich die Sache, wenn sich an dem Blätterbüschel mehrere in feuchter Luft gewachsene Luftwurzeln befinden, und dieses dann in feuchter Luft aufgehängt wird. In solchen Fällen geht das Verwelken und schliessliche Absterben ungemein langsam vor sich, wie nachstehende Versuche beweisen:

1. Von einer in einem Wärmhause stehenden Pflanze wurde ein Blätterbüschel losgetrennt, an dem sich zwei sehr lange (2″) Luftwurzeln und zwei Blätter befanden. Letztere hatten zusammen eine Oberfläche von 6 Quadratzoll, welche Fläche uns, wie wir gleich sehen werden, die Grösse der Verdunstungsoberfläche der Versuchspflanze *A* darstellt. Die Luftwurzeln wurden in einem

---

[1]) Bau und Entwickelung des Korkes. Jahrbücher f. wiss. Bot. II Bd. 1860, pag. 45.

Glascylinder, in dem die Luft durch einen Schwamm feucht erhalten wurde, dermassen eingeschlossen, dass die äussere Luft durch eine kleine Öffnung mit der im Cylinder eingeschlossenen communiciren konnte. Ebenso wurde eine zweite Pflanze *B*, deren Blattoberfläche (bei 3 Blätter) nur 5 Quadratzoll betrug, an der sich jedoch nur eine 1/2 Zoll lange Luftwurzel, an der sich keine Wurzelhaare zeigten, entwickelt hatte, ganz unter dieselben Verhältnisse gebracht, und beide Pflanzen von Zeit zu Zeit gewogen. Es ergab sich folgendes Resultat:

Datum des Versuchs	Gewicht der Pflanze in W. Gran		Anmerkung
	A	B	
December 20	45	24·5	
27	42	19	
30	41	17	
Jänner 4	40	15·5	
8	39·5	13	
11	38·5	12	
13	38	11·5	
18	37·5	9	Die Blätter der Pflanze **B** sind fast ganz verdorrt, die der Pflanze **A** noch frisch.
24	36		
29	35·5		
30	35		Die Pflanze **A** wird auffallend welker, daher der Versuch unterbrochen.

Dieser Versuch, so wie mehrere andere, die nahezu dasselbe Resultat gaben, zeigt, dass in beiden Fällen die Pflanzen langsam zu Grunde gingen, dass jedoch der Gewichtsverlust bei der Pflanze *B* vom 20. December bis 18. Jänner fast noch einmal so gross war, als bei der Pflanze *A*, bei der die Luftwurzeln durch ihre Function den durch die Verdunstung erzeugten Gewichtsverlust theilweise deckten.

2. Von einer in einem Wärmhause stehenden Pflanze wurde ein Blätterbüschel mit vier entwickelten Blättern und drei Luftwurzeln (1, 1 1/2, 1 3/4 Zoll lang), die mit Wurzelhaaren dicht besetzt waren, am 24. Jänner 1862 von der Mutterpflanze getrennt, und, nachdem die Trennungsfläche durch etwas Baumwachs war verschmiert worden,

im Glashause gewogen und dann wieder neben der Mutterpflanze frei aufgehängt. Die Pflanze zeigte ein Gewicht von 30·3 Gran. Durch zwei Wochen war an der Pflanze keine Veränderung zu bemerken, in der dritten Woche wurden die Blätter jedoch zusehends welker. Am 20. Februar, also nach beiläufig einem Monate, wurde die Pflanze wieder gewogen, und es ergab sich ein Gewicht von 27 Gran. Sie hatte also während eines Monats nur 3·3 Gran an Gewicht verloren, war übrigens noch ziemlich frisch, während andere Pflanzen, die ganz unter denselben Umständen waren gehalten worden, deren Wurzeln aber klein blieben und keine Wurzelhaare hatten, in dieser Zeit schon ganz zu Grunde gegangen waren.

3. Eine Pflanze wurde durch einen ganzen Sommer (1862) im Glashause, wo sie sich auch entwickelt hatte, frei aufgehangen. Im Winter wurde die welk gewordene Pflanze herabgenommen und in feuchte Erde gesetzt. Obwohl sich die alten Wurzeln noch sehr saftreich zeigten, gingen sie doch zu Grunde, dafür bildeten sich aber sehr bald neue Wurzeln und Blätter.

4. Ein mit der Mutterpflanze noch in Verbindung stehender Blätterbüschel wurde am 12. Juni 1862 in einen Cylinder eingesenkt, in dem die Atmosphäre fortwährend feucht erhalten wurde. Die Pflanze zeigte mehrere, kaum eine Linie lange Luftwurzeln und zwei kaum fingerlange Blätter. Nach 8 Tagen hatten sich 6 Luftwurzeln mit dichtem Filzüberzug gebildet, von denen vier über einen halben Zoll lang waren. Am 1. August, also nach weiteren 40 Tagen, hatte jede dieser Wurzeln eine Länge von 2 Zoll erreicht und war über und über mit Wurzelhaaren versehen; die Blätter hatten sich wenig weiter entwickelt, nur war der Ansatz eines neuen Blattes hinzugekommen. — So wurde nun der Stengel, an dem sich der Blätterbüschel entwickelt hatte, durchschnitten, letzterer aber ganz in seinen früheren Verhältnissen gelassen. Am 17. Jänner 1863, also nach fast 6 Monaten, war die Pflanze noch ziemlich frisch; die Wurzeln waren ganz gesund und saftreich, die Blätter hatten etwas an ihrem Turgor verloren. Auch waren keine neuen Blätter dazu gekommen. Das Gewicht hatte sich von 64 auf 52 Gran vermindert. Die dann untersuchten Luftwurzeln, die sich während der Versuchsdauer ebenfalls nicht verlängert hatten, zeigten sich auch in ihrem Baue in nichts verändert. Die Haare waren ungemein lang und zahlreich; die kegelförmigen Zellen waren mit granulösem Inhalt erfüllt.

An den langgestreckten Zellen dieser Schichte zeigte sich die schon oben erwähnte Streifung; das weiter nach innen gelegene Zellengewebe enthielt viele und auffallend grosse Chlorophyllkörner, die dicht um den Zellenkern gelagert waren. Die Zellen der Kernscheide enthielten je einen Öltropfen, der gegen die Spitze der Wurzel an Grösse zunahm; ausserdem zeigten sich in der Rinde wie im Marke auffallend grosse, der Länge nach verlaufende Intercellularräume.

Diese Versuche beweisen wohl zur Genüge, dass die Luftwurzeln jedenfalls einen grossen Antheil an der Ernährung der Pflanze nehmen. Wenn die Stoffaufnahme auch nicht so gross ist, um eine Neubildung zu veranlassen, so wird durch die Thätigkeit der Wurzeln wenigstens das bewirkt, dass das Leben der Pflanze durch längere Zeit in so weit erhalten bleibt, dass diese, wenn sie dann unter andere ihrer Ernährung günstigere Verhältnisse kommt, noch Kraft genug besitzt, um sich weiter entwickeln zu können.

Ich will hier noch auf einen Umstand aufmerksam machen, den ich in Folge mehrjähriger Beobachtungen immer bestätigt fand. Es ist nämlich eine ausnahmslose Regel, dass Blätterbüschel, die noch an der Mutterpflanze hängen, wenn die Pflanze in trockener Luft gehalten wird, alle durch den Stengel zugeführten Nahrungsstoffe fast nur zur Bildung von neuen Blättern verwenden, die Luftwurzeln aber fast gar nicht entwickelt werden; dass hingegen in feuchter Luft nach der Entwickelung der ersten Blätter fast nur mehr Wurzeln gebildet werden, die Blätter sich hingegen nur sehr wenig weiter entwickeln. — So kann man an in einem Zimmer gezogenen Exemplare nicht selten Blätterbüschel beobachten, an denen sich bis zu 12 Blätter, aber nur ein paar kleine Luftwurzeln entwickelt haben, während sich an in Wärmhäusern gezogenen Exemplaren meist nur 2 oder 3 Blätter, dafür aber oft bis zu 20 nicht selten fusslange Wurzeln vorkommen.

Wenn man einen Blätterbüschel, an dem sich Luftwurzeln gebildet haben, von der Mutterpflanze trennt, und in die Erde setzt, so sehen wir an letzteren eigenthümliche Veränderungen eintreten. Während nämlich schon sehr grosse und mit Wurzelhaaren versehene Wurzeln meist ganz zu Grunde gehen, und sich statt ihrer neue Wurzeln ausbilden, sehen wir, dass jüngere nicht viel über 1 Zoll lange Wurzeln in der Weise weiter wachsen, dass sie sich bedeutend verdicken, dann aber allmählich wieder dünner werden,

und sich schliesslich in die feinsten Fasern verzweigen (Fig. 22). Dies geschieht auch, wenn man eine Luftwurzel eines noch mit der Mutterpflanze in Verbindung stehenden Blätterbüschels in Erde einsetzt. In dieser Beziehung unternahm ich folgenden Versuch:

An einer in einem Wärmhause stehenden Pflanze hatten sich mehrere Blätterbüschel und an einem derselben mehrere sehr lange Luftwurzeln entwickelt. Die kürzeste von diesen war $2^1/_2$ Zoll lang. Diese wurde nun, ohne ihre Verbindung mit dem Blätterbüschel zu unterbrechen, am 27. October in einen daneben gestellten Gartentopf gegeben, und dieser dann mit Erde gefüllt. — Am 10. December wurde nun die Wurzel an ihrer Verbindungsstelle mit dem Blätterbüschel abgeschnitten und untersucht. — Der Theil der Wurzel, der über der Erde geblieben war, hatte sein Aussehen wenig geändert, er schien mir etwas grüner geworden zu sein, da die Wurzelhaare theilweise zu Grunde gegangen waren. Bei anatomischer Untersuchung zeigten sich die Wurzelhaare und auch die Epidermiszellen hie und da zerrissen, und an solchen Stellen bemerkte man in der dritten Zellschichte die schon oben erwähnte Korkbildung. Die Wurzel war ferners um $1^1/_2$ Zoll länger geworden, hatte an den neugebildeten Theilen eine glänzend weisse Farbe, und hatte anfangs nur allmählich, später aber plötzlich an Dicke zugenommen, so zwar, dass sich am Ende der Wurzel eine Art Knollen gebildet hatte, an dessen Ende nur mittelst einer Loupe der durch eine kaum merkbare Wurzelhaube bedeckte und etwas aus der Mitte hinausgerückte Vegetationskegel unterschieden werden konnte.

An den zuerst gebildeten und nur wenig verdickten Theilen hatten sich zolllange Nebenwurzeln gebildet, die auch an mehreren Stellen der knollenartigen Verdickung entweder schon die Epidermis durchbrochen hatten oder noch ganz in den tieferen Partien der Rinde lagen, was bei der durchscheinenden Beschaffenheit der Wurzel sehr schön beobachtet werden konnte. Die anatomische Untersuchung zeigte, dass wie natürlich die Zahl der Gefässbündel (9) gleich geblieben war. In dem knollenförmigen Theile waren sie aber weiter auseinandergerückt, und durch Parenchym von einander geschieden; aber auch die zwischen ihnen liegenden Cambiumpartien waren sowohl, was Zahl als Grösse ihrer Zellen betrifft, viel bedeutender entwickelt. Der Holztheil der einzelnen Gefässbündel hatte nur sehr wenig verdickte Zellen; so waren auch die Zellen

der an anderen Wurzeln angezeichnet entwickelten Kernscheide nicht verdickt, und auch nicht so regelmässig in einen Kreis gestellt. — Sie sowohl wie die innerhalb gelegenen Zellen zeigten zahlreiche Theilungen. Der Markkörper hatte ebenfalls an Zahl und Weite der Zellen zugenommen, zwischen denen man jetzt sehr grosse Intercellularräume bemerkte. Der hauptsächlichste Grund der Verdickung war aber in der Ausbildung der Zellen des Rindenkörpers gelegen. Während dieser nämlich in den ober der Erde gebliebenen Theilen der Wurzel am Querschnitte nur 12 Zellreihen zeigte, war deren Zahl in den am stärksten verdickten Theilen auf 20 gestiegen, wie auch die Zellen bedeutend an Weite zugenommen hatten. In denselben gewahrte man hie und da einen Zellkern, aber weiters keinen festen Inhalt. — Die Epidermis war vollkommen entwickelt, zeigte aber keine Wurzelhaare, die zweite Schichte in ihrer eigenthümlichen Ausbildung (Endodermis nach Oudemans) war wohl vorhanden, der Unterschied zwischen den langgestreckten und kegelförmigen Zellen war aber nicht so auffallend, wie an anderen Wurzeln; letztere hatten nur höchst selten Zellkerne und nie den schon oben erwähnten granulösen Inhalt, an ersteren war die Streifung, wiewohl sehr undeutlich, ebenfalls vorhanden.

Die aus dieser verdickten Wurzel entspringenden Nebenwurzeln zeigten die Ausbildung der kegelförmigen Zellen schon innerhalb der Rinde, noch viel ausgeprägter aber an den aussen gelegenen Theilen; und da zeigten sich die Epidermiszellen nicht selten zu Haaren ausgezogen, an ihrer inneren, an die Endodermis anstossenden Wand jedoch mit Poren besetzt, was besonders an jenen Zellen häufig auftrat, die über den kegelförmigen Zellen zu liegen kamen.

Aus dem Umstande nun, dass sich diese Wurzeln durch längere Zeit (natürlich durch ihren Verdickungsring) verdicken, und dass sie auch in späteren Stadien noch im Stande sind, aus den verdickten Theilen Nebenwurzeln zu treiben, sehen wir, dass hier die Thätigkeit des Verdickungsringes durch längere Zeit noch fortdauert, während sie bei oberirdischen Wurzeln, die sich allerdings auch hie und da jedoch nur in ihren jüngsten Enden verzweigen, durch Ausbildung der Kernscheide schon sehr frühzeitig erlischt.

Schliesslich nur noch einige Worte über die Bedeutung der von Oudemans mit dem Namen *Endodermis* bezeichneten Zellschichte:

Ich habe schon oben erwähnt, dass sie nicht dieser Pflanze allein eigenthümlich ist, sondern dass sie sich ganz in derselben Ausbildung an den Luftwurzeln aller Orchideen und fast aller Aroideen findet, ja, dass sie in ihrem Auftreten viel allgemeiner ist, als die — als Wurzelhülle bezeichnete Umhüllung der Luftwurzeln vieler Pflanzen. Ich erwähne noch, dass sie sich auch an den Luftwurzeln solcher Pflanzen findet, die keine Wurzelhülle besitzen, wie zum Beispiele *Vanilla planifolia, Bulbophyllum, Raphidophora decursiva* etc., wo sie ebenfalls unmittelbar unter der Epidermis liegt, und wo sowohl die kegelförmigen Zellen, was Form und Inhalt anbelangt, als auch die langgestreckten ganz auf dieselbe Weise ausgebildet vorkommen, nur dass letzteren hie und da die Streifung abgeht. Versuche, welche Unger[1]) mit *Spironema fragrans* anstellte (einer Pflanze, deren Luftwurzeln ebenfalls keine Wurzelhülle besitzen), beweisen, dass die Wurzelhülle durchaus nicht nothwendig ist, um eine Wurzel zu der ihr eigenthümlichen Function der Pflanze ausschliesslich aus der Luft die Nahrung zuzuführen, tauglich zu machen, indem sie eben bei dieser Pflanze, die, wie die Versuche Unger's zeigen, durch blosse Luftnahrung nicht nur sich erhalten, sondern auch kräftig weiter wachsen kann, ganz fehlt, bei anderen wie bei *Arachnanthe moschifera* aber nur auf zwei Zellenlagen beschränkt ist. In keinem Falle fehlt aber die Endodermis, und es ist wohl mehr als wahrscheinlich, dass hauptsächlich das Vorhandensein dieser Schichte eine Wurzel befähigt, als eigentliche Luftwurzel zu fungiren. Die Wurzelhülle dürfte ganz auf dieselbe Weise wirken, wie die dichtgestellten Wurzelhaare und wie ja schon Schleiden andeutete, zur Condensation von Wasserdunst beitragen; das Geschäft jedoch, ähnlich der Epidermis an oberirdischen Theilen die tiefer gelegenen Zellenschichten vor Verdunstung zu schützen, dürfte aber hauptsächlich dieser Schichte zukommen. Wir finden nämlich bei fast allen Pflanzen die längeren Endodermiszellen an ihren äusseren Wänden mehr oder weniger verdickt, zugleich aber bei solchen Wurzeln, die keine Wurzelhülle besitzen, die ihnen anliegenden Wände der Epidermiszellen mit Verdickungsschichten besetzt, wo aber eine Wurzelhülle vorhanden ist, die Spiral-

---

[1]) Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. 1854. Bd. XII, pag. 393.

[2]) Grundzüge d. wiss. Bot. 3. Aufl. I. Bd. pag. 342.

fasern an diesen Wänden enge aneinander gerückt, so zwar, dass fast kein freier Raum zwischen ihnen bleibt. Die kegelförmigen Zellen hingegen bleiben immer dünnwandig, oder wenigstens dünnwandiger als die langgestreckten Zellen, während zu gleicher Zeit, in dem Falle, wo ihnen die Epidermis unmittelbar anliegt, die inneren verdickten Wandungen derselben getüpfelt erscheinen, was hie und da auch über den langgestreckten Zellen der Fall ist. Dort aber, wo eine Wurzelhülle vorhanden ist, fehlen die Spiralfasern über den kegelförmigen Zellen entweder fast ganz, oder sind in anderer Weise als über den langgestreckten Zellen entwickelt.

Ich glaube also zu dem Schlusse berechtigt, dass, während die langgestreckten Zellen hauptsächlich die Function haben, die innen gelegenen Theile vor Verdunstung zu schützen, die kegelförmigen Zellen ebenso die Wege zur Aufnahme der durch die Wurzelhülle oder Wurzelhaare condensirten atmosphärischen Dünste bilden, wie etwa die Spaltöffnungen an den oberirdischen Theilen die Zuleitung luftförmiger Nahrung vermitteln; dass also die Endodermis in ihrer Function die Verdunstung zu verlangsamen und doch Nahrungsaufnahme zu ermöglichen, der mit Spaltöffnungen versehenen Epidermis oberirdischer Pflanzentheile zu vergleichen ist.

Es sind noch andere Gründe, welche mich dies vermuthen lassen, deren weitere Ausführung ich jedoch einer anderen Abhandlung vorbehalte, die die Luftwurzeln der Pflanzen im Allgemeinen betrifft, und die ich, wie ich hoffe, in Kürze werde vollenden können.

Hiemit schliesse ich meine Betrachtungen über die eigenthümliche Lebensweise dieses sonderbaren Gewächses. Ich halte diese Pflanze vermöge ihrer Productivität, wie ihrer grossen Lebenszähigkeit, wie wenig andere geeignet, um an ihr Studien über die Function der Wurzeln im Allgemeinen und besonders der Luftwurzeln zu machen. Mögen meine Andeutungen anderen Forschern, die glücklicher als ich über einen chemischen und physikalischen Apparat verfügen, zur Anregung werden, in dieser Beziehung weiter die geheimnissvollen Gesetze des Lebens zu entschleiern!

Erklärung der Tafel.

Fig. 1. Eine mehrere Jahre alte Pflanze von *Hartwegia commosa*. Aus dem grundständigen Blätterbüschel entspringen zwei büscheltragende und ein einjähriger blüthentragender Stengel. — Verkleinert. (Diese Zeichnung wie auch Fig. 5 und 22 verdanke ich der Güte des Herrn Gymnasial-Professors J. Mik.)

„ 2. Durchschnitt einer Zweigknospe, die sich an dem untersten Theile des Stengels entwickelt hatte. *a* Vegetationskegel der Zweigknospe; *b* ihre Axillarknospe; *c* erstes Blatt der Zweigknospe; *d* Schnittstelle des Deckblattes. 12mal vergrössert.

„ 3. Durchschnitt einer aus den mittleren Theilen des Stengels genommenen Zweigknospe, die von ihrer axillaren Blüthenknospe in der Ausbildung überholt wurde. Die Bezeichnungen wie früher. 16mal vergr.

„ 4. Durchschnitt einer Zweigknospe, aus der Spitze des Stengels. Sie ist durch ihre axillare Blüthenknospe in ihrer Entwickelung ganz zurückgedrängt. 40mal vergr.

„ 5. Blüthentragender Seitenzweig in natürlicher Grösse. Die am unteren Theile stehenden Blüthen sind schon verblüht, die gegen die Spitze zu noch im Knospenzustande. An der Spitze beginnt sich das terminale Blätterbüschel zu entwickeln. Bei *a* eine Zweigknospe mit entwickelten Internodien.

„ 6. Knospenlage des Perigons.

„ 7. Diagramm der Blüthe.

„ 8. Insertionsverhältnisse der Blüthe.

„ 9. Querschnitt durch das Ovarium. Vergr.

„ 10. Staubgefäss aus einer Knospe, von der Innenseite gesehen.

„ 11. Radialschnitt durch einen noch unentwickelten Blüthenstiel. Man bemerkt die drei verkürzten Zelllagen wie auch den Beginn der ringförmigen Einschnürung. Zwei Zellen sind in Längstheilung begriffen. 250mal vergr.

„ 12. Radialschnitt durch einen vollkommen entwickelten Blüthenstiel. Die Einschnürung ist weiter vorgeschritten. Die verkürzten Zellen haben sich um eine Lage vermehrt. Die punktirte Linie zeigt die künftige Theilungsstelle des Blüthenstiels. 250mal vergr.

„ 13. Radialschnitt durch einen vollkommen entwickelten Blüthenstiel. Die Epidermiszellen dieser Seite haben sich ebenfalls in radialer Richtung verlängert. Daher ist keine Einschnürung entstanden. 250mal vergr.

„ 14. Radialschnitt durch eine 2 Zoll lange Luftwurzel. Die unter der Epidermis gelegene Zellschichte (Endodermis) zeigt die mit Inhalt erfüllten kegelförmigen Zellen, und in ihnen den Zellkern. Die langgestreckten Zellen dieser Schichte sieht man fein gestreift. Die tiefer liegenden Rindenzellen sind chlorophyllhältig, das aber in der Zeichnung nicht angedeutet wurde. 100mal vergr.

Fig. 15. Tangentialschnitt einer Luftwurzel auf die unter der Epidermis liegende Zellschichte. Man sieht die beiden Arten von Zellen, an den langgestreckten die gefaltete Zellenmembran. 100mal vergr.

„ 16. Radialschnitt durch eine Luftwurzel. Die Epidermiszellen sind zu Haaren ausgewachsen. In der Rinde sieht man die grosszellige Krystalldrusen führende Schichte. Sonst wie Fig. 14. 100mal vergr.

„ 17. Zwei Zellen mit gefalteter Zellmembran, durch chlorsaures Kali und Salpetersäure macerirt und dann frei präparirt. 100mal vergr.

„ 18. Längsschnitt durch eine Wurzelspitze. *a* Wurzelhaube; *b* Epidermis; *c* krystallführende Schichte (vide Fig. 16). Die tieferen Zellen der Wurzelhaube wie die Wurzelzellen selbst, waren dicht mit Inhalt und Zellkernen erfüllt, das aber der Deutlichkeit wegen nicht gezeichnet wurde. 100mal vergr.

„ 19. Querschnitt einer lange Zeit in trockener Luft gewesenen Luftwurzel. Unter der kegelförmigen Zelle liegen zwei Rindenzellen, in denen die Korkbildung begann, und durch Längsscheidewände sich nach aussen fortsetzte. Die Zelle rechts zeigt 3, die links nur 2 Theilungen. 100mal vergr.

„ 20. Radialschnitt durch dieselbe Luftwurzel. Beginnende Korkbildung unter der kegelförmigen Zelle. Es zeigt sich erst eine einmalige Theilung 250mal vergr.

„ 21. Epidermis einer in Wasser gewachsenen Luftwurzel. 100mal vergr.

„ 22. Ansicht des unterirdischen Wurzelwachsthums eines Blätterbüschels in natürlicher Grösse.

Die anatomischen Figuren sind sämmtlich mit dem Sömmering'schen Spiegel gezeichnet.